

Соловьева Л. Н., канд. техн. наук, доц.,
 Огурцова Ю. Н., аспирант,
 Бондаренко А. И., аспирант,
 Боцман А. Н., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕСКОВ С УЧЕТОМ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ И МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНАХ*

strokova@intbel.ru

Изучены минеральный состав и физико-механические характеристики песков Эсского и Махневского месторождений Ханты-Мансийского автономного округа, что позволило определить рациональные области их использования при производстве композиционных вяжущих и мелкозернистых бетонов.

Ключевые слова: минеральный состав, модуль крупности, коэффициент качества, композиционное вяжущее, мелкозернистый бетон, микроструктурные характеристики.

Свойства сырьевых материалов оказывают влияние на свойства бетонов в такой же значительной степени, как и рационально подобранный состав, технология изготовления, условия твердения и эксплуатации. При проектировании новых материалов или модификации существующих, важно подробно изучить характеристики сырьевых компонентов с целью подбора рациональной области их применения, учета всех особенностей сырьевых компонентов при проектировании составов.

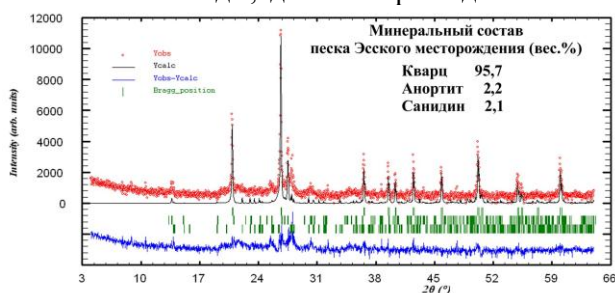
Производство композиционных вяжущих и бетонов в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) базируется на запасах сырья месторождений песчано-гравийных смесей [1], о которых и пойдет речь в данной статье.

На данный момент на территории ХМАО и в соседних областях используются два основных месторождения строительного песка – Эсское и Махневское. Эсское месторождение находится в районе города Югорска ХМАО (бывший поселок Комсомольский). Оно было выявлено в период с 1986 по 1989 годы, детально разведано в 2000

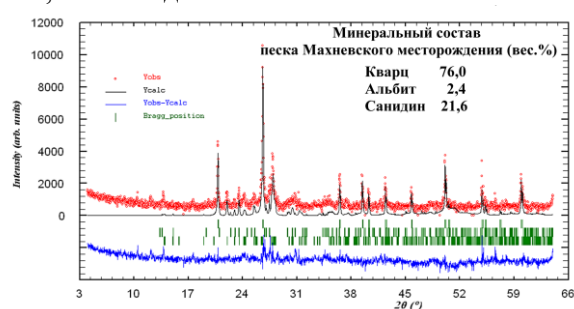
году и в первую очередь использовалось для добычи глины. Махневский песчано-гравийный карьер, расположенный в поселке Махнево Алапаевского района, производит строительные пески более 60 лет и является крупнейшим производителем в Уральском регионе.

По качеству пески данных месторождений отвечают требованиям ГОСТ 8736–93 [2]. Значения модуля крупности позволяют отнести песок Махневского месторождения к крупным ($M_{кр}=2,75$), а Эсского – к очень мелким ($M_{кр}=1,045$).

Минеральный состав кварцсодержащих пород определялся с помощью количественного полнопрофильного рентгенофазового анализа. Песок Эсского месторождения (рис.1, а) преимущественно на 95,7 % состоит из кварца, 4,3 % полевых шпатов, а именно анортита и санидина в количестве 2,2 и 2,1 % соответственно, а также характеризуется меньшим количеством примесей. Песок Махневского месторождения (рис. 1, б) содержит: 76 % кварца, 2,4 % альбита, 21,6 % санидина.



а



б

Рис. 1. Минеральный состав песков: а – Эсского месторождения; б – Махневского месторождения

Присутствие в составе полиминеральных песков полевых шпатов, которые обладают спайностью и более низкой твердостью, по сравнению с кварцем, может способствовать улучшению его размолоспособности, в случае использования как компонента композиционного вяжущего, а, следовательно, снижению энер-

гозатрат на помол; полимодальному распределению частиц по размерам и созданию более плотной упаковки частиц; снижению микропористости цементного камня мелкозернистого бетона.

Это подтверждается результатами исследования кривых распределения частиц песков по

размерам при одинаковой удельной поверхности, равной $450 \text{ м}^2/\text{кг}$ с использованием анализатора частиц «MicroSizer 201». Анализ полученных результатов показывает, что кривая распределения частиц Эсского песка смещается в сторону меньших размеров частиц, а для песка Махневского месторождения характерна бо́льшая полимодальность (рис. 2).

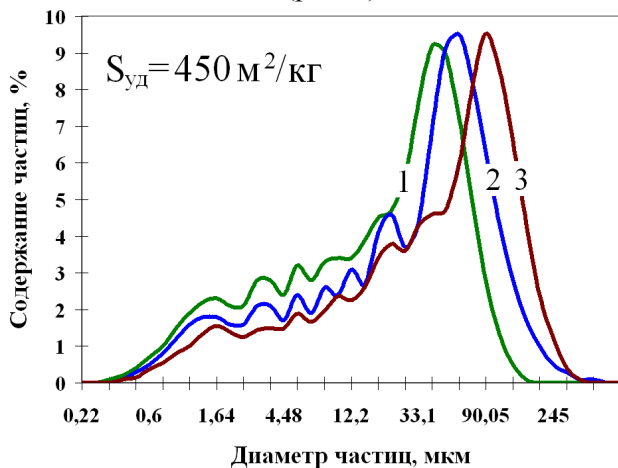


Рис. 2. Распределение частиц песков по размерам:
1 – песок Эсского месторождения,
2 – песок Махневского месторождения,
3 – песок Вольского месторождения

Для определения рациональных областей применения песков данных месторождений с учетом их свойств проводились исследования определения коэффициента качества песков Ханты-Мансийского АО в качестве компонентов композиционного вяжущего и заполнителя для

мелкозернистого бетона по методикам, разработанным в БГТУ им. В.Г. Шухова [3, 4].

Анализ результатов (табл. 1) показал, что, несмотря на одинаковые значения коэффициента качества (K_k), в качестве компонента композиционного вяжущего (КВ) наиболее предпочтительно применять песок Эсского месторождения, что обусловлено его меньшим модулем крупности, который оказывает существенное влияние на время помолы и как следствие, энергоемкость получения КВ.

Таблица 1

Сравнительная характеристика песков как компонентов КВ

Наименование кремнеземного компонента ТМЦ-50	НГ, %	R_a , МПа	Коэффициент качества, K_k
Песок Вольского месторождения	23,0	39,8	1
Песок Махневского месторождения	28	24,6	0,62
Песок Эсского месторождения	27	24,8	0,62

В тоже время махневский песок рационально использовать как мелкий заполнитель бетона (табл. 2), что обусловлено его высоким показателем коэффициента качества как заполнителя мелкозернистого бетона, а также низкими цемента- и водопотребностью, в сравнении с песком Эсского месторождения. Стоит так же отметить, что модуль крупности (2,75) махневского песка позволит избежать повышенного расхода вяжущего.

Таблица 2

Сравнительная характеристика песков как заполнителя мелкозернистого бетона

Наименование заполнителя	$M_{кр}$	Цементопотребность, $C_{потр}$	Водопотребность, %	$R_{сж}$, МПа	Коэффициент качества, K_k
Песок Махневского месторождения	2,75	0,61	7,2	28,3	1,52
Песок Вольского месторождения	2,5	0,49	4	18,6	1
Песок Эсского месторождения	1,045	0,77	7,9	14,5	0,78

Для более полного отражения свойств сырьевых материалов проведено изучение микроstructures в ЦКП МГУ им. М.В. Ломоносова на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения Supra 50 VP (LEO, Германия, 2003). Анализ микрофотоснимков показывает, что поверхность кварцевых индивидов покрыта обломками полевых шпатов различного размера и формы. Однако стоит отметить, что на махневском песке (рис. 3, б) таких образований несколько больше, что подтверждает данные рентгенофазового анализа (см. рис 1, а, б). Эти данные свидетельствуют о том, что эсский песок является более «чистым». Можно предположить, что мелкодисперсный материал на песках может выступать как активный компонент как

получаемого КВ, в случае эсского песка, так и при смешении связующего с минеральными компонентами в случае махневского песка, а также играть роль микрозаполнителей. Отмеченный момент будет способствовать увеличению прочности самого вяжущего и материалов на его основе.

Эффективности использования махневского песка в качестве заполнителя мелкозернистого бетона способствует также микрошероховатая поверхность зерен (рис. 4, б), которая обеспечивает прочное сцепление в контактной зоне с затвердевшим вяжущим, что положительно отразится на физико-механических характеристиках мелкозернистого бетона.

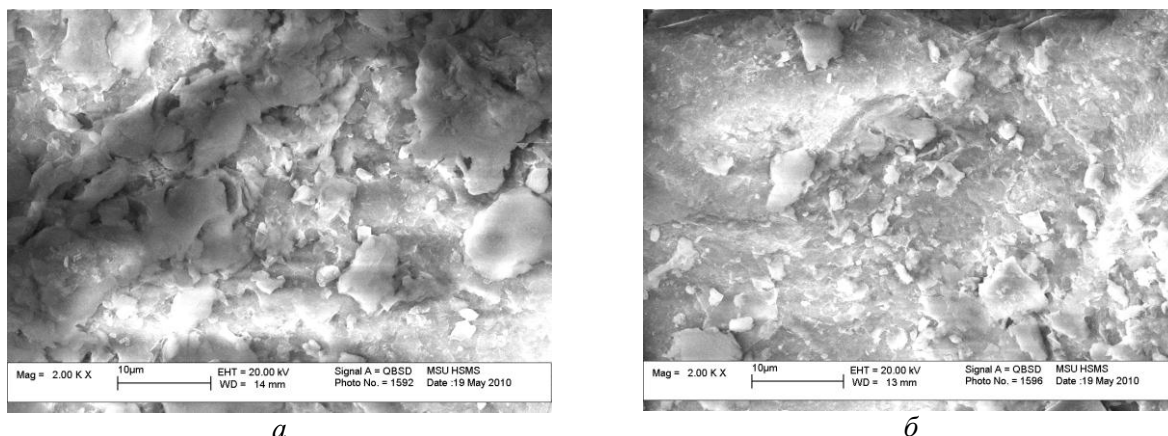


Рис. 3. Морфология поверхности зерен песка:
а – Эсского месторождения; б – Махневского месторождения

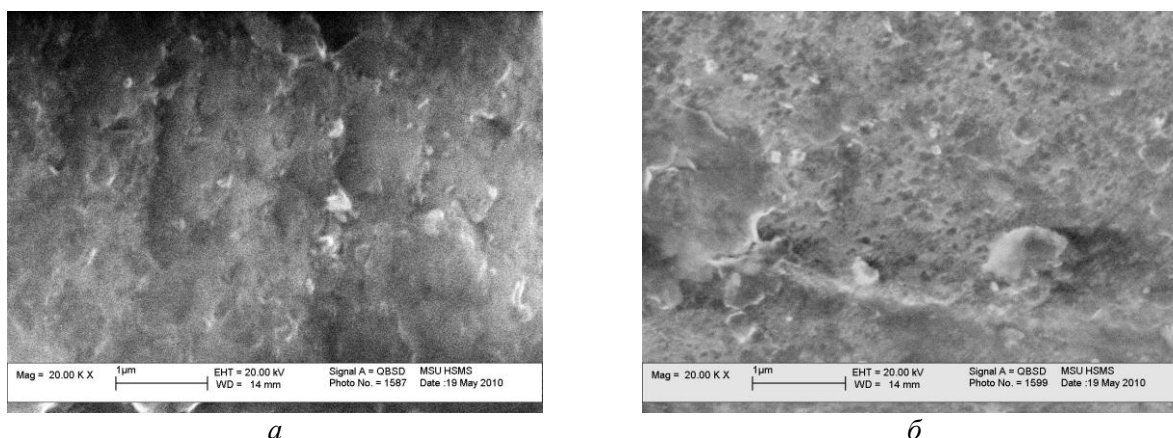


Рис. 4. Шероховатость поверхности песка:
а – Эсского месторождения; б – Махневского месторождения

Таким образом, по результатам проведенных исследований физико-механических свойств, минерального состава, микроструктурных характеристик песков можно определить рациональные области их использования. В частности, эсский песок, обладающий низким коэффициентом качества как заполнителя мелкозернистого бетона и повышенными цемента- и водопотребностью, более рационально применять в качестве активного компонента композиционного вяжущего. Использованию махневского песка в качестве заполнителя мелкозернистого бетона способствуют такие факторы, как полидисперсное распределение частиц, что приведет к формированию более плотной структуры композита, а микрошероховатая поверхность зерен обеспечит прочное сцепление в контактной зоне с затвердевшим вяжущим, что положительно отразится на физико-механических характеристиках конечного продукта.

**Данная работа выполнена при финансовой поддержке в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009-2013 годы):*

Мероприятие 1.1 «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров»: № 2010–1.207–075 «Создание нового класса минеральных нано-

структурированных вяжущих негидрационного типа твердения для производства высококачественных строительных материалов различного назначения»;

Мероприятие 1.3.1 «Проведение научных исследований молодыми учеными – кандидатами наук»: № 16.740.11.0770 «Создание высокоэффективных силикатных материалов автоклавного твердения с использованием наноструктурированных модификаторов».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Хакназаров, С.Х.* Полезные ископаемые Ханты-Мансийского автономного округа и охрана окружающей среды. – Томск: Изд-во Том. ун-та. 2001. – 92 с.
2. ГОСТ 8736–93 Песок для строительных работ. Технические условия. – вед. 1995–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 7 с.
3. *Лесовик, Р.В.* Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: Дисс. ... доктора техн. наук. Спец. 05.23.05 / Р.В. Лесовик. Науч. конс. А.М. Гридчин. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 496 с.
4. *Алфимова, Н.И.* Повышение эффективности стеновых камней за счет использования техногенного сырья /Н.И. Алфимова// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – №2. – С. 56–59